

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. ПРИМЕР РАСЧЕТА КВАРТАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ	7
1.1. Расчет потерь давления	9
1.2. Расчет тепловых удлинений теплопроводов. Самокомпенсация	16
1.3. Расчет тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей.....	21
2. ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ. ПОДБОР И РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ЦТП (ИТП).....	24
2.1. Теплообменные аппараты	25
2.2. Двухступенчатая смешанная схема присоединения теплообменников горячего водоснабжения.....	26
2.3. Выбор поверхности теплообменников.....	26
2.4. Пример расчета теплообменников ГВС.....	31
2.4.1. Расчет подогревателя ГВС I ступени.....	33
2.4.2. Расчет водоподогревателя ГВС II ступени.....	35
2.4.3. Расчет теплообменника отопления.....	35
2.5. Подбор насосов	37
2.5.1. Подбор циркуляционного насоса.....	38
2.5.2. Подбор насоса ГВС.....	38
2.5.3. Подбор насоса системы отопления.....	39
2.6. Запорно-регулирующая арматура.....	39
2.7. Ведомость устанавливаемого оборудования в ТП	40
3. ТЕПЛОФИКАЦИОННАЯ (ТЕПЛОВАЯ) КАМЕРА	41
4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ)	43
Библиографический список.....	46
Приложение.....	47

ВВЕДЕНИЕ

Тепловые сети (ТС) предназначены для централизованного теплоснабжения жилых, общественных зданий, а также промышленных предприятий.

Потребителями теплоты являются системы отопления, приточной вентиляции, горячего водоснабжения и технологическое оборудование производственных зданий. Источниками теплоты при централизованном теплоснабжении в больших городах и промышленных районах служат *теплоэлектроцентрали* (ТЭЦ), вырабатывающие электрическую энергию и использующие тепловую энергию отработанного пара из турбин для нужд теплоснабжения. В небольших городах и поселках источники централизованного теплоснабжения — центральные районные котельные.

Теплоносителем в тепловых сетях является вода с температурой 150–70 °С. Температура теплоносителя зависит от температуры наружного воздуха, но не может быть ниже 70 °С, так как сетевая вода нагревает воду для горячего водоснабжения до 60 °С.

Схема ТС определяется размещением источников теплоснабжения по отношению к потребителям, характером тепловой нагрузки и видом теплоносителя.

Более сложная задача — выбор схемы водяных тепловых сетей вследствие их большой протяженности и значительного количества абонентов. Водяные ТС менее долговечны, чем паровые, вследствие большей коррозии, они более чувствительны к авариям из-за высокой плотности воды.

Водяные сети разделяют на *магистральные* и *распределительные*. По магистральным сетям теплоноситель подается от источников теплоснабжения в районы потребления, по распределительным — вода подается на тепловые пункты и к абонентам. Непосредственно к магистральным сетям конечные потребители присоединяются очень редко. В узлах присоединения распределительных сетей к магистральным устанавливаются секционирующие камеры с задвижками. Секционирующие задвижки на магистральных сетях обычно устанавливаются через 2–3 км. Благодаря установке секционирующих задвижек уменьшаются потери воды при авариях ТС. Распределительные и магистральные ТС с диаметром меньше 700 мм бывают обычно тупиковыми. В случае аварий для большей части территории страны допустим перерыв в теплоснабжении зданий до 24 ч. Если же такой перерыв недопустим, необходимо предусматривать дублирование, закольцовку ТС или соединение с соседними районами (сетями) теплоснабжения.

В данной работе рассмотрено ответвление от магистральной тепловой сети ТЭЦ к группе зданий, образующих отдельный квартал с подземной прокладкой теплопроводов.

Присоединение местных систем к тепловым сетям может быть *зависимое* и *независимое*. При зависимом присоединении один и тот же теплоноситель циркулирует в теплопроводах от источника теплоснабжения к местной системе. Гидравлические и температурные режимы магистральной теплосети и местных систем находятся в тесной зависимости. Изменения гидравлического и температурного режимов тепловой сети, в соответствии с требованиями местных систем, осуществляются автоматическими регуляторами расхода и давления, насосами смешения или водоструйными элеваторами [11]. При независимом присоединении гидравлический режим местных систем не зависит от режима наружной тепловой сети. Изменения температурного режима местных систем осуществляются автоматическими клапанами с электроприводами, работающими от электронных процессоров, которые в свою очередь поддерживают требуемую температуру теплоносителя или температуру воздуха внутри здания. Нагрев теплоносителя в местной системе осуществляется водой из тепловой сети через теплообменные аппараты.

Теплообменные аппараты устанавливаются в тепловых пунктах, они располагаются в отдельном здании или непосредственно внутри здания, которое является потребителем тепла. Если к тепловому пункту подключены местные системы одного здания, то такой пункт называется *индивидуальным* (ИТП), если несколько зданий, то — *центральным* (ЦТП).

В настоящее время независимое подключение является предпочтительным, так как позволяет поддерживать температурный режим здания с высокими требованиями микроклимата и использовать без ограничения автоматические системы и устройства регулирования температуры и расхода теплоносителя.

В примере (гл. 1) для практических занятий и самостоятельной работы рассмотрена схема подключения квартала жилых зданий к магистральной тепловой сети через ЦТП. ЦТП подключен к *тепловой камере* (ТК) городской магистрали, для чего прокладывается подземное двухтрубное ответвление. К ЦТП подключены 5 зданий жилого квартала по четырехпроводной схеме: 2 теплопровода местной системы отопления каждого здания и 2 трубопровода системы горячего водоснабжения — подающий и циркуляционный.

На практических занятиях студенты получают навыки по расчету и разработке технической документации по прокладке 2- и 4-трубной водяной тепловой сети жилого квартала, согласно выданному генеральному плану, где требуется подключить здания к существующей тепловой камере через ЦТП.

В рамках работы выполняется графическая часть и текстовая.

Текстовая часть включает:

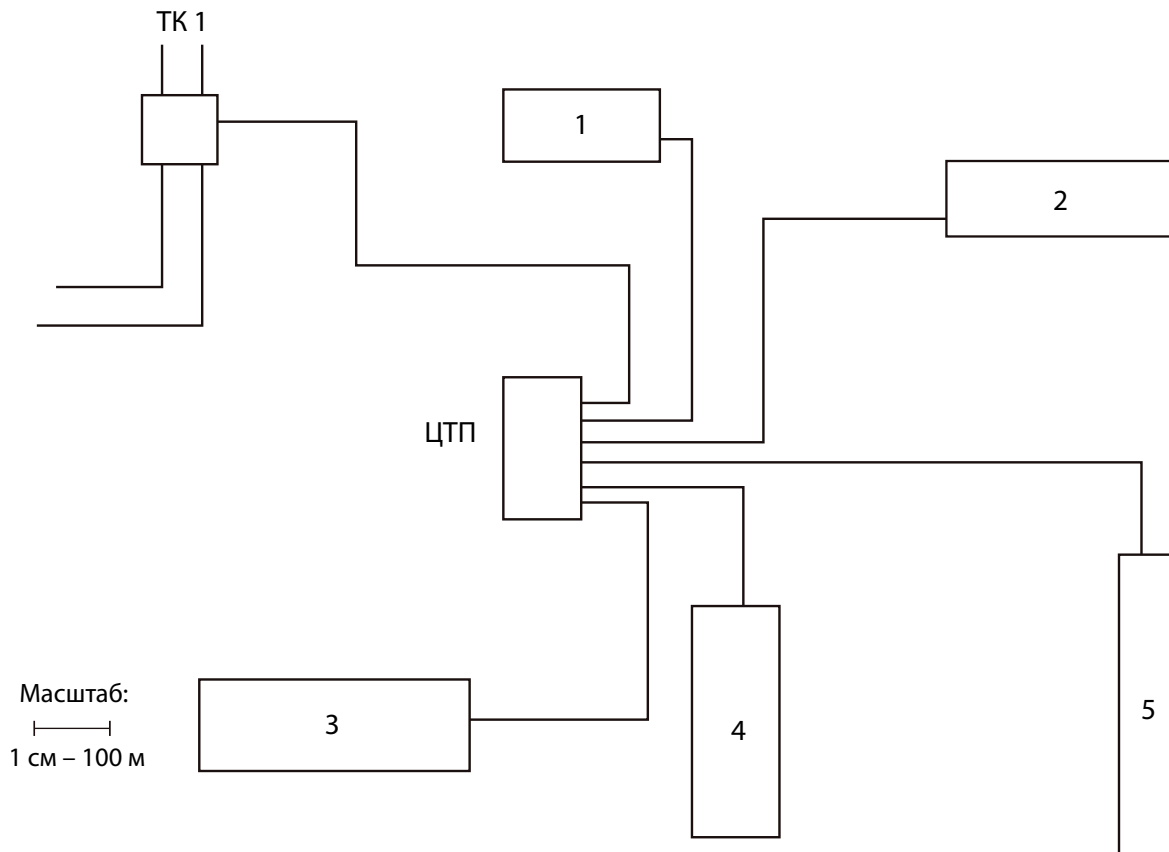
- расчет тепловой сети;
- обоснование выбора источника теплоты;
- подбор оборудования системы теплоснабжения;
- составление документации по организации эксплуатации разработанной тепловой сети.

Графическая часть включает:

- план тепловых сетей М 1:Х;
- схему тепловой сети (без масштаба);
- схему ЦТП.

1. ПРИМЕР РАСЧЕТА КВАРТАЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

На плане квартала (рис. 1.1) необходимо сделать трассировку тепловой сети: 1) от камеры до ЦТП 2-трубная; 2) для местной тепловой сети — 4-трубная (отопление, ГВС), в наиболее экономичном варианте; прокладка бесканальная с учетом самокомпенсации тепловых удлинений. Необходимо выбрать магистраль от тепловой камеры основной магистрали до ЦТП микрорайона. От ЦТП проложить ответвления к каждому зданию.



Тепловые нагрузки зданий

№ здания	Отопление $Q_{от}$, Гкал/ч	ГВС $Q_{гв}$, Гкал/ч
1	0,55	0,22
2	0,74	0,31
3	0,95	0,25
4	0,43	0,15
5	0,34	0,10

Рис. 1.1. Пример схемы теплоснабжения квартала

Для начала расчета требуется найти общий расход воды, поступающей от источника теплоты (ЦТП):

$$G = \frac{Q \cdot 1163}{c (T_1^p - T_2^p)}, \text{ кг/с,}$$

где Q — общее количество теплоты, потребляемое кварталом, $Q = \sum Q_{от} + \sum Q_{гвс}$, Гкал/ч; Q , кВт = 1163 Q ; c — теплоемкость воды, кДж/(кг·К); T_1^p, T_2^p — расчетная температура воды соответственно в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети, °С (см. вариант задания в табл. 4.1).

Далее необходимо определить количество воды в тепловых вводах к каждому зданию.

Для приближенных расчетов в табл. 1.1 даны примерные пропускные способности водоводов различных диаметров.

Полученные значения G записать в табл. 1.2.

Таблица 1.1

Пропускная способность труб при различных диаметрах

Диаметр условного прохода труб, мм	По тепловой нагрузке Q , кВт	По расходу теплоносителя G , кг/с
25	39	0,18
40	110	0,50
50	240	1,12
75	720	3,36
100	1510	7,00
125	2700	12,60
150	4360	20,00
200	9230	42
250	16600	76

Таблица 1.2

Трубопровод отопления

Номер участка	Длина участка l , м	Расход воды на участке $*G_x$, л/с	Условный диаметр участка магистрали D_y , мм	Фактическое удельное падение давления h , Па/м	Падение давления по трубопроводам ΔP , Па
1					

* G_x — расход теплоносителя на различных участках сети.

Далее необходимо определить для участков квартальной сети расчетные расходы горячей воды в режиме водоразбора и подобрать диаметры трубопроводов.

Особенностью системы горячего водоснабжения является то, что в разное время суток расходы воды в трубопроводах различны и зависят от величины разбора воды потребителями. Так, в часы максимального водопотребления в подающих трубопроводах расход воды максимальный, а циркуляционный расход воды отсутствует или минимален (в зависимости от параметров циркуляционного насоса). Этот режим принято называть режимом *максимального водопотребления*. При минимальном водоразборе (или полном его отсутствии) в ночные часы расход воды в циркуляционных трубопроводах будет наибольшим. Этот режим принято называть *режимом циркуляции*.

Расчет подающих трубопроводов производится в режиме максимального водопотребления, а расчет циркуляционных — в режиме циркуляции.

Согласно [11], максимальные расчетные расходы воды на участках подающего трубопровода определяются по требуемым (нормированным) расходам воды через водоразборные приборы (которые установлены экспериментально по необходимой скорости истечения воды), в зависимости от общего числа присоединенных приборов и вероятности их действия.

Участок циркуляционного трубопровода от ЦТП до здания рассчитывается по суммарному циркуляционному расходу ($G_{ц}$) воды и скорости движения воды, составляющей не более 2 м/с.

Средний и максимальный часовой расход системы горячего водоснабжения в подающем трубопроводе можно определить так:

$$G_{\text{ГВС}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} / (1,16 (60 - t_{\text{охл}})) + G_{\text{ц}},$$

$$G_{\text{ГВС}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{max}} / (1,16 (60 - t_{\text{охл}})) + G_{\text{ц}}.$$

Принять $Q^{\text{max}} = 2,2Q^{\text{ср}}$.

Результаты гидравлического расчета подающих трубопроводов ГВС в циркуляционном режиме и циркуляционных расходов сводятся в табл. 1.3–1.4.

Циркуляционный расход горячей воды в системе при этом может быть определен по формуле

$$G_{\text{ц}} = 1,3 \sum Q_{\text{тп}} / (4,19 \Delta t^{\text{доп}}),$$

где $\sum Q_{\text{тп}}$ — теплотери всех водоразборных стояков, кВт; принять $\sum Q_{\text{тп}} = 0,25Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}}$; $\Delta t^{\text{доп}} = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ — снижение температуры воды в циркуляционных стояках ГВС и полотенцесушителях.

Таблица 1.3

Циркуляционный трубопровод ГВС

Номер участка	Длина участка l , м	Расход циркуляционной воды $G_{\text{ц}}$, л/с	Диаметр участка циркуляционной магистрали $D_{\text{у}}$, мм	Фактическое удельное падение давления $h_{\text{ц}}$, Па/м	Падение давления по циркуляционным трубопроводам $\Delta P_{\text{ц}}$, Па
1					

Таблица 1.4

Подающий трубопровод ГВС

Номер участка	Длина участка l , м	Расход в подающем трубопроводе ГВС $G_{\text{ГВС}}$, л/с	Диаметр участка подающего трубопровода ГВС магистрали $D_{\text{у}}$, мм	Фактическое удельное падение давления $h_{\text{ГВС}}$, Па/м	Падение давления по подающему трубопроводу $\Delta P_{\text{ГВС}}$, Па
1					

Диаметры трубопроводов ГВС (подающего и циркуляционного) принять по рекомендациям табл. 1.1. При расчетных диаметрах менее 40 мм принять диаметр трубопроводов для подземной прокладки 40 мм.

1.1. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ

Потери давления в подающей магистрали:

$$\Delta P_{\text{уч}} = h_{\text{уд}} l_{\text{пр}}, \text{ Па},$$

где $\Delta P_{\text{уч}}$ — потери давления на участке тепловой сети, Па; $h_{\text{уд}}$ — удельные потери давления на участке тепловой сети, Па/м; $l_{\text{пр}}$ — приведенная длина участка тепловой сети, м.

Учет местных сопротивлений проводят путем замены их **эквивалентной длиной**, т.е. такой длиной теплопровода, линейная потеря давления в котором равна потерям на местные сопротивления.

Цели гидравлического расчета:

- определение диаметров участков сети;
- определение потерь давления в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети;

- определение давлений и расчетных расходов теплоносителя на различных участках сети;
- увязка всех точек сети при статическом и динамическом режимах с целью обеспечения допустимых давлений и требуемых напоров в сети и абонентских системах.

По результатам гидравлического расчета можно решить следующие задачи:

- определить капитальные затраты, расходы металла (труб) и основной объем работ по прокладке тепловой сети;
- выявить характеристики циркуляционных и подпиточных насосов;
- определить условия работы тепловой сети и выбора схем присоединения абонентов;
- выбрать автоматику для тепловой сети и абонентов;
- разработать режимы эксплуатации.

При гидравлическом расчете водяных тепловых сетей, включая сети горячего водоснабжения, рекомендуется принимать следующие значения удельных потерь давления на трение [14]:

- для основного расчетного направления от источника тепла до наиболее удаленного потребителя — 80 Па/м;
- для остальных участков — по располагаемому перепаду давления не более 300 Па/м.

Скорость движения воды в трубопроводах тепловой сети не должна превышать 3 м/с, в местных трубопроводах — 1,5 м/с.

Расчет основной магистрали от тепловой камеры до ЦТП

Суммарная потеря давления ΔP в теплопроводах складывается из линейных и местных потерь:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{м}}, \text{ Па},$$

где $\Delta P_{\text{л}}$ — линейная потеря на трение; $\Delta P_{\text{м}}$ — потери на местное сопротивление, Па.

Линейные потери пропорциональны длине труб и определяются по формуле

$$\Delta P_{\text{л}} = h_{\text{л}} l,$$

где $h_{\text{л}}$ — линейная потеря давления, Па, на 1 пог. м трубопровода:

$$h_{\text{л}} = \lambda/d \rho w^2/2, \text{ Па/м},$$

здесь λ — коэффициент трения; w — скорость движения теплоносителя, м/с:

$$w = \frac{G \cdot 4}{\rho \cdot \pi \cdot d^2}, \text{ м/с};$$

ρ — плотность теплоносителя, кг/м³; d — условный диаметр трубы, м.

Для 1 пог. м водяных сетей удельные потери давления для труб диаметром: до 100 мм — 50 Па; до 100–600 мм — 30 Па.

Определив значение $l_{\text{экв}}$ (принимается по табл. П.8 или по табл. 1.5), гидравлический расчет теплопроводов ведут только на линейные потери, применяя вместо действительной длины теплопровода приведенную:

$$l_{\text{пр}} = l + l_{\text{экв}},$$

где l — длина трубопровода, м; $l_{\text{экв}}$ — эквивалентная длина участка, м.

Таблица 1.5

Эквивалентная длина теплопроводов (водоводов), м

Наименование арматуры	Диаметр условного прохода труб D_p , мм								
	32	40	50	70	100	125	150	200	250
Задвижка	0,34	0,41	0,54	0,81	1,3	1,7	2,1	3,2	4,2
Клапан обратный подъемный	5,6	6,8	9,1	14,7	23,1	30,6	41,3	66,0	92,7
Клапан обратный хлопушка	1,5	1,8	2,4	3,5	5,6	7,4	9,3	13,8	18,3
Вентиль:									
нормальный	5,6	6,8	9,1	14,7	23,1	30,6	41,3	66,0	92,7
прямоточный	3,4	3,4	4,2	6,2	9,8	9,9	10,0	—	—
Кран проходной	0,70	1,40	3,60	—	—	—	—	—	—
Фильтр-грязевик	6,7	8,2	10,9	16,3	25,6	34,0	42,7	63,8	84,3
Компенсатор сальниковый	—	—	—	-1,3	1,7	1,9	2,1	3,2	4,2
Компенсатор П-образный	2,3	2,7	3,6	5,4	8,5	11,3	14,2	21,5	28,1
Компенсатор линзовый	—	—	—	4,3	6,8	9,1	11,3	18,1	25,3
Тройник прямой:									
встречный поток	3,4	4,1	5,4	8,1	12,8	17,0	21,4	31,9	42,2
разветвление	2,3	2,7	3,6	5,4	8,5	11,3	14,2	21,3	28,1
Разветвление потока:									
проход	1,1	1,4	1,8	2,7	4,3	5,7	7,1	10,6	14,1
ответвление	1,7	2,00	2,7	4,1	6,48,5	8,5	10,7	16,0	21,1
Слияние потока:									
проход	1,7	2,00	2,7	4,1	6,4	8,5	10,7	16,0	21,1
ответвление	2,3	2,7	3,6	5,4	8,5	11,3	14,2	21,3	88,1
Утка	0,6	0,68	0,9	1,40	2,1	2,8	3,6	5,3	7,0
Колено гнутое (90°) гладкое:									
$R = 3d$ тр.	0,6	0,68	0,90	1,4	2,1	2,8	3,6	5,3	7,0
$R = 4d$	0,3	0,41	0,54	0,8	1,3	1,7	2,1	3,2	4,2
$R = 5d$	0,2	0,27	0,36	0,5	0,9	1,1	1,4	2,1	2,8
Колено сварное (90°):									
шовное	1,5	1,8	2,4	3,5	5,6	7,4	9,3	13,4	18,3
2-шовное	1,1	1,4	1,8	2,7	4,3	5,7	7,1	10,6	14,1
3-шовное	0,90	0,82	1,50	2,7	3,4	4,5	5,7	8,5	11,2
Переходы сварные	0,3	0,41	0,54	0,8	1,3	1,7	2,1	3,2	4,2

Алгоритм гидравлического расчета:

- а) определяем расчетные расходы воды для всех участков простым суммированием расчетных расходов потребителей;
- б) по полученным расходам и принятым удельным потерям давления около 80 Па/м по номограмме [14] подбираем диаметры d для всех участков;
- в) результаты расчета записываем в таблицу, в которой для каждого участка проставляем расчетные расходы воды, длины, значения подобранных диаметров, скорости движения воды и удельные потери давления.

При расчете потерь давления в подающей магистрали необходимо учесть местные сопротивления тепловой сети (табл. П.7), к которым относятся отводы, задвижки, компенсаторы, тройники при разделении или слиянии потоков.

В результате расчета тепловой сети находим потери давления в подающем трубопроводе тепловой сети. Потери давления в обратном трубопроводе считаем такими же (так как аналогичны местные сопротивления и трубы).

Расчет ответвлений от ЦТП

Суммарные потери давления от ЦТП до каждого потребителя должны быть примерно равны с допустимой погрешностью 15 %, при превышении которой необходимо предусмотреть установку диафрагмы или дроссельной шайбы.

При выборе диаметров скорость движения воды в трубопроводах тепловой сети не должна превышать 2 м/с, в местных трубопроводах — 1,5 м/с.

Найдем общий расход воды и количество теплоты, поступающей от источника теплоты:

$$Q = (0,7 + 0,6 + 0,7 + 0,3 + 0,3) + (0,3 + 0,1 + 0,3 + 0,1 + 0,1) = 3,5 \text{ Гкал} = 4070,5 \text{ кВт};$$

$$G = \frac{4070,5}{4,19((130 + 273,15) - (60 + 273,15))} = 13,88 \text{ кг/с.}$$

Результаты расчета тепловой сети от ТК до ЦТП записываем в табл. 1.6, от ЦТП до потребителей — в табл. 1.7, в которой для каждого участка проставляем расчетные расходы воды, длины, значения подобранных диаметров, скорости движения воды и удельные потери давления.

Таблица 1.6

Расчет трубопроводов тепловой сети от ТК до ЦТП

№ участка	Длина участка l , м	Количество теплоты $Q_{\text{уч}}$, кВт	Расход воды G , л/с	Условный диаметр участка магистрали $D_{\text{у}}$, мм	Скорость теплоносителя W , м/с	Фактическое удельное падение давления $h_{\text{тр}}$, Па/м	Падение давления в трубах $\Delta P_{\text{тр}}$, Па
1	11	4070,5	13,84	150	0,8	39,43	434
2	16						631
3	30						1183
4	17						670
5	5						197

Итого 3115

Таблица 1.7

Расчет трубопроводов отопления от ЦТП до зданий

№ участка	Длина участка l , м	Количество теплоты $Q_{уч}$		Расход воды G , л/с	Условный диаметр участка магистрали $D_{ус}$, мм	Скорость теплоносителя W , м/с	Фактическое удельное падение давления $h_{тр}$, Па/м	Падение давления в трубах $\Delta P_{тр}$, Па
		ГКал/ч	кВт					
На участке от ЦТП до здания 1								
1.1	12	0,7	814,1	7,77	125	0,6	30,8	369
1.2	48							1477
1.3	5							92
								Итого 1938
На участке от ЦТП до здания 2								
2.1	21	0,6	697,8	6,66	100	0,85	68,9	1449
2.2	37							2553
2.3	21							1449
								Итого 5451
На участке от ЦТП до здания 3								
3.1	83	0,7	814,1	7,77	125	0,6	30,7	2554
3.2	11							338
								Итого 2892
На участке от ЦТП до здания 4								
4.1	18	0,3	348,9	3,33	70	0,75	72,7	1308
4.2	24							1744
								Итого 3052
На участке от ЦТП до здания 5								
5.1	5	0,3	348,9	3,33	100	0,4	20,0	86
5.2	40							690
5.3	20							345
								Итого 1121

На генплане с нанесенной тепловой сетью проставляют номера потребителей, номера, длины, диаметры участков сети, расходы и тепловые нагрузки (рис. 1.2).

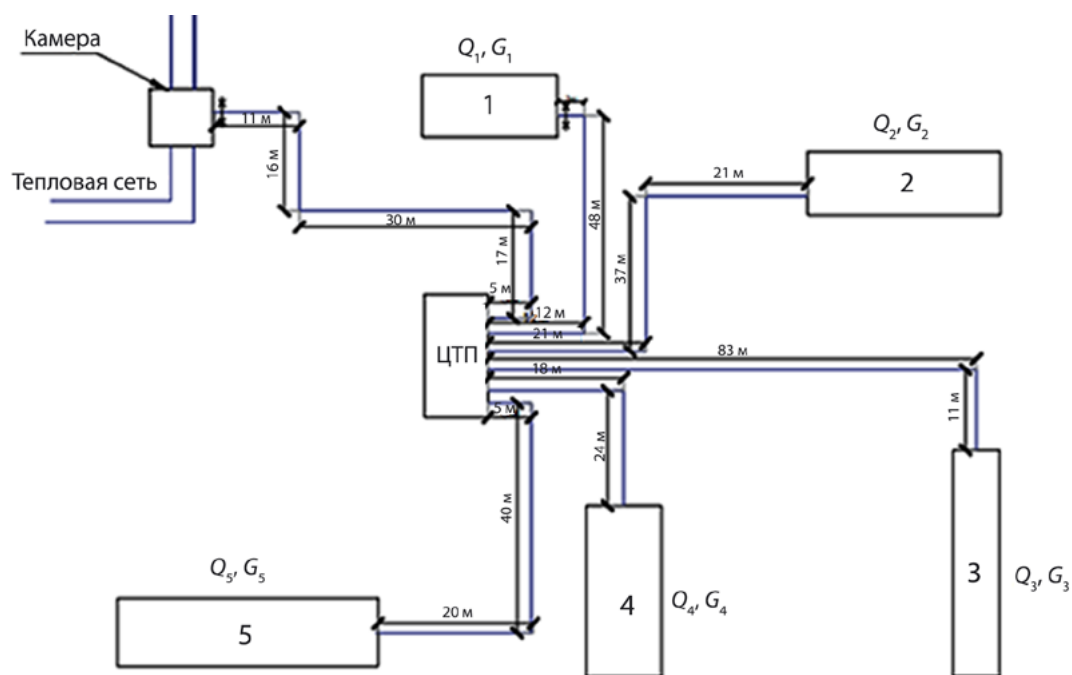


Рис. 1.2. Определение длин расчетных участков местной тепловой сети

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru